



**MANEJO DE BIOSÓLIDOS A RAÍZ DE LA NUEVA NORMATIVIDAD EN LA
PTAR RÍO FRÍO, BUCARAMANGA (SANTANDER)**

**BIOSOLIDS MANAGEMENT FOLLOWING THE NEW REGULATIONS AT
WWTP RIO FRIO, BUCARAMANGA (SANTANDER)**

**ANDREA CAROLINA LÓPEZ PALOMINO
INGENIERA SANITARIA Y AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL
DE LOS RECURSOS NATURALES
BOGOTÁ D.C.
JULIO 2015**

MANEJO DE BIOSÓLIDOS A RAÍZ DE LA NUEVA NORMATIVIDAD EN LA PTAR RÍO FRÍO, BUCARAMANGA (SANTANDER)

BIOSOLIDS MANAGEMENT FOLLOWING THE NEW REGULATIONS AT WWTP RIO FRIO, BUCARAMANGA (SANTANDER)

Andrea Carolina López Palomino
Ingeniera Sanitaria y Ambiental
Bogotá D.C., Colombia
ac_lopez82@yahoo.es

RESUMEN

Las plantas de tratamiento de agua residual – PTAR, son sistemas diseñados con el objetivo de disminuir la carga contaminante del agua residual doméstica e industrial y uno de los subproductos generados durante el proceso son los lodos provenientes de los tratamientos primarios y secundarios, los cuales requieren una estabilización antes de su disposición final. La PTAR Río Frío utiliza el compostaje como proceso de estabilización de lodos, y en un futuro empleará deshidratadores tipo tornillo prensa seguido de un secado térmico, con el objetivo de mejorar la calidad de los biosólidos generados.

El decreto 1287 del 10 de julio de 2014 establece los criterios para el uso de los biosólidos resultantes del tratamiento de aguas residuales municipales, lo que podría ocasionar, de ser necesario, que algunas empresas modifiquen parte de sus procesos, para poder cumplir con la nueva normatividad.

Palabras claves: Plantas de tratamiento de aguas residuales, lodos, biosólidos.

ABSTRACT

The waste water treatment plant – WWTP, are systems designed with the purpose of reducing the pollutant load of domestic and industrial waste water, and one of the byproducts generated during the process are the sludge of the primary and secondary treatment, which require stabilization prior to final disposal. The WWTP Rio Frio use the composting as a process of sludge stabilization, and in the future will use screw press type dehydrator followed by heat drying, in order to improve the quality of biosolids.

The decree 1287 of July 10th 2014, establishes the criteria for the use of biosolids resulting from treatment of municipal wastewater, which could lead, if is required, that some companies modify some of their processes, in order to comply with the new regulations.

Keywords: Waste water treatment plant, sludge, biosolids.

INTRODUCCIÓN

Las plantas de tratamiento de agua residual – PTAR, son sistemas diseñados con el objetivo de disminuir la carga contaminante del agua residual domestica e industrial antes de realizar el vertimiento generalmente a un cuerpo hídrico. Independientemente del proceso empleado, uno de los subproductos generados son los lodos provenientes de los tratamientos primarios y secundarios, los cuales deben contar al final del proceso con un manejo y una disposición final adecuada, para no generar impactos negativos al ambiente.

Los biosólidos son los productos resultantes de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que determinaran su uso¹ final. Dependiendo del sistema de tratamiento de aguas residuales y del manejo de los lodos generados en la planta, será la calidad del biosólido. La selección del proceso o sistema para la estabilización del lodo depende de varios factores, tales como: la cantidad y calidad de lodos a tratar, las condiciones particulares del sitio y la situación financiera de la empresa.

Colombia cuenta con el decreto 1287 del 10 de julio de 2014, del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el cual establece los criterios para el uso de los biosólidos resultantes del tratamiento de aguas residuales municipales y a partir de su fecha publicación todas las entidades públicas y privadas que generen este subproducto deben cumplir con lo descrito en dicho decreto.

1. MARCO TEÓRICO

Existen a nivel mundial expectativas de aumento en la producción de biosólidos, siendo las vías de disposición de lodos más empleadas las siguientes:

- Vertido al mar.
- Incineración.
- Aplicación al terreno.
- Inyección al suelo.
- Revegetación y recuperación de terrenos.

¹ Decreto 1287 de 2014, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Página 2.

El vertido al mar fue una vía muy empleada por las ciudades con centros de población en la costa, pero ya para el año 1995 la mayoría de los países desarrollados adoptaron nuevas políticas y prohibieron esta práctica. Con el pasar de los años, la normatividad sobre la disposición final de biosólidos se ha vuelto más restrictiva y hoy en día se trabaja en buscar disposiciones de este subproducto amigables con el ambiente.

El decreto 1287 de 2014, fomenta de alguna manera las últimas tres vías nombradas anteriormente, ya que cuando el lodo ha pasado por un proceso de estabilización su uso en la agricultura o como insumo para elaboración de abono o acondicionador del suelo es factible, a razón que el empleo de los biosólidos en el terreno mejora las características del suelo (textura y capacidad de absorción de agua) y provee nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal, como el nitrógeno y el fósforo, así como algunos micronutrientes esenciales, tales como el níquel, el zinc y el cobre. Los lodos producidos por las plantas de tratamiento de agua residual tienen origen orgánico y por ende contienen muchos de los elementos fertilizantes que pueden ser aprovechados por las diferentes especies vegetales.

El tipo de disposición final que se realiza a los biosólidos generados en una PTAR, esta supeditado a su calidad, la cual depende fundamentalmente de cuatro grupos de contaminantes:

1. Metales: Principalmente zinc (Zn), cobre (Cu), níquel (Ni), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y cromo (Cr). Su potencial de acumulación en los tejidos humanos y su biomagnificación suscitan preocupaciones, pero se debe tener en cuenta que los metales en las aguas residuales domésticas están siempre presentes en concentraciones bajas, las concentraciones preocupantes son sobre todo las que se encuentran en las aguas residuales industriales.²

Los metales pesados a estudiar en los biosólidos, según la normatividad Colombiana son: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio y zinc.

2. Nutrientes y materia orgánica: Su peligrosidad radica en su potencial de eutroficación para las aguas subterráneas y superficiales. Sin embargo, se pueden considerar como fertilizantes valiosos al igual que la materia orgánica.³
3. Contaminantes orgánicos: Los plaguicidas, disolventes industriales, colorantes, plastificantes, agentes tensoactivos y muchas otras moléculas orgánicas complejas, generalmente con poca solubilidad en agua y elevada capacidad de adsorción, tienden a acumularse en los

² VELEZ, J. Los biosólidos ¿Una solución o un problema? [online] [Citado en Julio de 2007]. Disponible en: http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n2/PL_V2N2_57-71_biosolidos.pdf. Página 3.

³ Idem.

lodos. Todos estos contaminantes son motivo de preocupación por sus efectos potenciales sobre el medio ambiente y sobre la salud humana. Una característica de las más importantes es su variado potencial de biodegradación.

Muchos se biodegradan lentamente, por lo tanto los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales con tiempos de residencia más largos, tendrán una mayor capacidad para biodegradar estos compuestos indeseables. La biodegradación también puede ocurrir después de esparcir los lodos en la tierra o durante el compostaje.⁴

4. Agentes patógenos: Los agentes patógenos más importantes que se han encontrado en los lodos son las bacterias, los virus (especialmente enterovirus), los protozoos, los tremátodos, los céstodos y los nemátodos.⁵

Para que la disposición de lodos sea segura, se precisa la eliminación o la inactivación eficaz de estos patógenos y se puede lograr con digestión aerobia o anaerobia, compostaje, o estabilización con cal, entre otros.

Los parámetros microbiológicos a tener en cuenta, según la normatividad Colombiana son: coliformes fecales, huevos de helmintos viables, salmonella y virus entéricos o fagos somáticos.

Según el decreto 1287 de 2014, los biosólidos se clasifican en categoría A y categoría B y su aprovechamiento en actividades agrícolas y no agrícolas, como recuperación de suelos, actividades forestales y cobertura de rellenos sanitarios, dependen de los resultados de laboratorio obtenidos.

Los biosólidos Categoría A, pueden ser empleados:

- a. En zonas verdes tales como cementerios, separadores viales, campos de golf y lotes vacíos.
- b. Como producto para uso en áreas privadas tales como jardines, antejardines, patios, plantas ornamentales y arborización.
- c. En agricultura.
- d. Los mismos usos de la categoría B.

Los biosólidos Categoría B, pueden ser empleados:

- a. En agricultura, se aplicará al suelo.
- b. En plantaciones forestales.
- c. En la recuperación, restauración o mejoramiento de suelos degradados.
- d. Como insumo en procesos de elaboración de abonos o fertilizantes orgánicos o productos acondicionadores para suelos a través de tratamientos físicos, químicos y biológicos que modifiquen su calidad original. Los procesos de elaboración y características de los productos finales y su uso, queda sujeto a la regulación establecida por el ICA.

⁴ Idem.

⁵ Ibidem, página 4.

- e. Para remediación de suelos contaminados, lechos biológicos para el tratamiento de emisiones y vertimientos, soporte físico y sustrato biológico en sistemas de filtración. absorción y adsorción.
- f. Como insumo en la fabricación de materiales de construcción.
- g. En la estabilización de taludes de proyectos de la red vial nacional, red vial secundaria o terciaria.
- h. En la operación de rellenos sanitarios tomo: cobertura diaria, cobertura final de cierre y de clausura de plataformas y en actividades de revegetalización y paisajismo.
- i. Actividades de revegetalización y paisajismo de escombreras.
- j. En procesos de valorización energética.

Según la normatividad colombiana, los valores máximos permisibles por categoría, en los parámetros de metales pesados y microbiológicos de los biosólidos generados, y su frecuencia de análisis según la producción son:

Tabla N° 1. Valores máximos permisibles, biosólidos categoría A y B.

Parámetro	Variable	Unidad de medida	Valores máximos permisibles	
			Cat. A	Cat. B
Metales pesados	Arsénico (As)	mg / Kg de biosólido (Base seca)	20	40
	Cadmio (Cd)		8	40
	Cobre (Cu)		1000	1750
	Cromo (Cr)		1000	1500
	Mercurio (Hg)		10	20
	Molibdeno (Mb)		18	75
	Niquel (Ni)		80	420
	Plomo (Pb)		300	400
	Selenio (Se)		36	100
	Zinc (Zn)		2000	2800
Microbiológicos	Coliformes Fecales.	Unidades Formadoras de Colonias – UFC / g de biosólido (base seca)	$< 1 \times 10^3$	$< 2 \times 10^3$
	Huevos de helmintos viables.	Huevos de helmintos viables / 4g de biosólido (base seca)	< 1	< 10
	Salmonella sp.	Unidades formadores de Colonias - UFC / en 25 g de biosólido (base seca)	Ausencia	$< 1 \times 10^3$
	Virus Entéricos.	Unidades Formadoras de Placas -UFP / 4 g de biosólido (base seca)	< 1	-
	Fagos Somáticos.	Unidades formadores de Colonias – UFC / g de biosólido (base seca)	$< 5 \times 10^4$	-

Fuente: Decreto 1287 de 2014

Tabla N° 2. Producción de biosólidos y frecuencia de análisis.

Producción de biosólidos ton/año de biosólido (base seca)	Frecuencia mínima de análisis
< 300	Anual
300 – 1.500	Semestral
> 1.500 – 15.000	Trimestral
> 15.000	Mensual

Fuente: Decreto 1287 de 2014

Todos estos parámetros y rangos tienen su origen y se orientan en los niveles reglamentados por la Agencia de Protección de Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), a raíz de la ausencia de investigaciones locales que pudieran ayudar a ajustar los umbrales críticos de acuerdo con las condiciones locales.

El Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, forma parte de este nuevo proceso de regulación de la disposición final de los biosólidos en Colombia, a razón que son ellos los que realizarán el control del biosólido cuando este se vaya a emplear como insumo agrícola o como insumo en procesos de elaboración de abonos o fertilizantes orgánicos o productos acondicionadores para suelos, rigiéndose por la resolución 150/2003 (Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia).

El principal objetivo y campo de aplicación del ICA es:

1. Orientar la comercialización, el uso, manejo adecuado y racional de los fertilizantes y acondicionadores de suelos.
2. Prevenir y minimizar daños a la salud, a la sanidad agropecuaria y al ambiente.
3. Establecer requisitos y procedimientos armonizados con las reglamentaciones internacionales vigentes, tanto para el registro como para el control legal y técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos, especialmente en lo relacionado con terminología, clasificación, composición garantizada, etiquetado, tolerancias, contenidos mínimos permisibles y parámetros para verificación de la conformidad.

Toda entidad que desee participar de esta nueva etapa, deberá realizar el registro de empresa fabricante, formuladora, envasadora o empacadora de fertilizante y acondicionador de suelos ante el ICA y los análisis físico-químicos, microbiológicos y de metales pesados, se deben efectuar ante laboratorios acreditados por el ICA para el control de calidad de fertilizantes de uso agrícola. Algunas normas guía que se deben tener en cuenta son:

- NTC 5167. Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo.
- NTC 1927. Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones, clasificación y fuentes de materias primas.

- NTC 3795. Fertilizantes sólidos. Derivación de un plan de muestreo para la evaluación de una entrega grande.
- NTC 40. Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Etiquetado.

Por otra parte, el decreto 1287 de 2014 establece los valores límites de metales que se podrán introducir en el suelo por el uso de biosólidos, ya sean de Categoría A o B, y el productor de biosólidos deberá establecer en la ficha técnica la tasa anual de aplicación de biosólidos, con el fin de no exceder los parámetros establecidos.

Tabla N° 3. Tasas máxima de aplicación en el suelo.

Parámetro	Tasa máxima anual de aplicación Kg/ha-año	Tasa acumulativa de aplicación en el suelo Kg/ha
Arsénico (As)	2	41
Cadmio (Cd)	1,9	39
Cobre (Cu)	75	1500
Cromo (Cr)	150	3000
Mercurio (Hg)	0,85	17
Níquel (Ni)	21	420
Plomo (Pb)	15	300
Selenio (Se)	5	36
Zinc (Zn)	140	2800

Fuente: Decreto 1287 de 2014

Todas las exigencias que se están presentando en cuando a la adecuada estabilización y disposición final de los biosólidos, requiere que este subproducto cuente con un plan integrado de gestión y tratamiento, en el cual se deben conocer las características del lodo, su producción, sistema de transporte y proceso de estabilización.

Los lodos constituyen una fuente abundante de alimento para los microorganismos, que incluyen aminoácidos, proteínas y carbohidratos. Estos microorganismos degradan estas fuentes de energía y se forman compuestos olorosos. Las instalaciones procesadoras de biosólidos pueden generar olores durante los procesos de espesamiento, digestión, deshidratación, transporte, almacenamiento, carga de camiones, secado por aire, compostaje, secado térmico, estabilización alcalina, y/o la incineración⁶ y es por ello que el manejo de estos olores ofensivos debe tenerse en cuenta dentro del plan integrado de gestión y tratamiento.

⁶ EPA. United States Environmental Protection Agency. Folleto informativo del manejo de biosólidos y residuos. Control de olores en el manejo de Biosólidos. Septiembre de 2000. Página 2 y 3.

2. PTAR RÍO FRÍO – BUCARAMANGA

2.1 Generalidades

La PTAR de Río Frío, está ubicada en el Km 4 Anillo vial vía Floridablanca - Girón en el departamento de Santander. Actualmente trata el agua del sur de Bucaramanga y de todo el municipio de Floridablanca, para un total de 305.000 habitantes (55.000 Bucaramanga, 250.000 Floridablanca) y un caudal promedio día de 500 L/s.



Figura N° 1. PTAR Río Frío.

Fuente: Google maps, 2015

El tren de tratamiento consta de:

- Sistema de tratamiento preeliminar: compuesto por un cribado grueso de 5cm (limpieza manual), dos rejillas medias de 6mm (limpieza mecánica) y dos rejillas finas de 3mm (limpieza mecánica). Además con tres canales desarenadores. Actualmente se encuentra otro desarenador en construcción.
 - Subproductos: Residuos sólidos y arena.
- Sistema de tratamiento primario: compuesto por 4 reactores UASB (Reactor anaerobio de flujo ascendente a través de un manto de lodo – RAFA; UASB por sus siglas en inglés), con un volumen aproximado de 3.300 m³ cada uno. Se encuentra un quinto en construcción. En esta parte del tratamiento es donde se genera la mayor cantidad de lodo actualmente, el cual es dispuesto en lechos de secado para su deshidratación.
 - Subproductos: Lodo y biogas (CH₄, CO₂, H₂S).
- Sistema de tratamiento secundario: compuesto por una laguna facultativa de 2,7 ha, la cual será reemplazada por un sistema aerobio, con el objetivo de mejorar las remociones de la PTAR, en cuanto a DBO₅, SST, SSV y nutrientes. Cuando se realiza mantenimiento de esta estructura, el lodo dragado se dispone en celdas de deshidratación.

- Subproductos: Lodo.
- Sistema de deshidratación de lodo: compuesto por 30 lechos de secado y 9 celdas, los cuales cuentan con arena y triturado como medio filtrante. En un futuro se emplearan equipos deshidratadores seguidos de un secado térmico.
- Sistema de quemado de biogas: Compuesto por 5 chimeneas, las cuales se encuentran encendidas las 24 horas. Ya se encuentra instalado el nuevo quemador, el cual emplea tecnología que permite un quemado de biogas mas eficiente (alcanza temperaturas mayores a 850°C). Este nuevo equipo reemplazará las 5 chimeneas existentes.
- Zona de estabilización de lodos: área donde se realiza el proceso de compostaje con los lodos deshidratados provenientes del tratamiento.

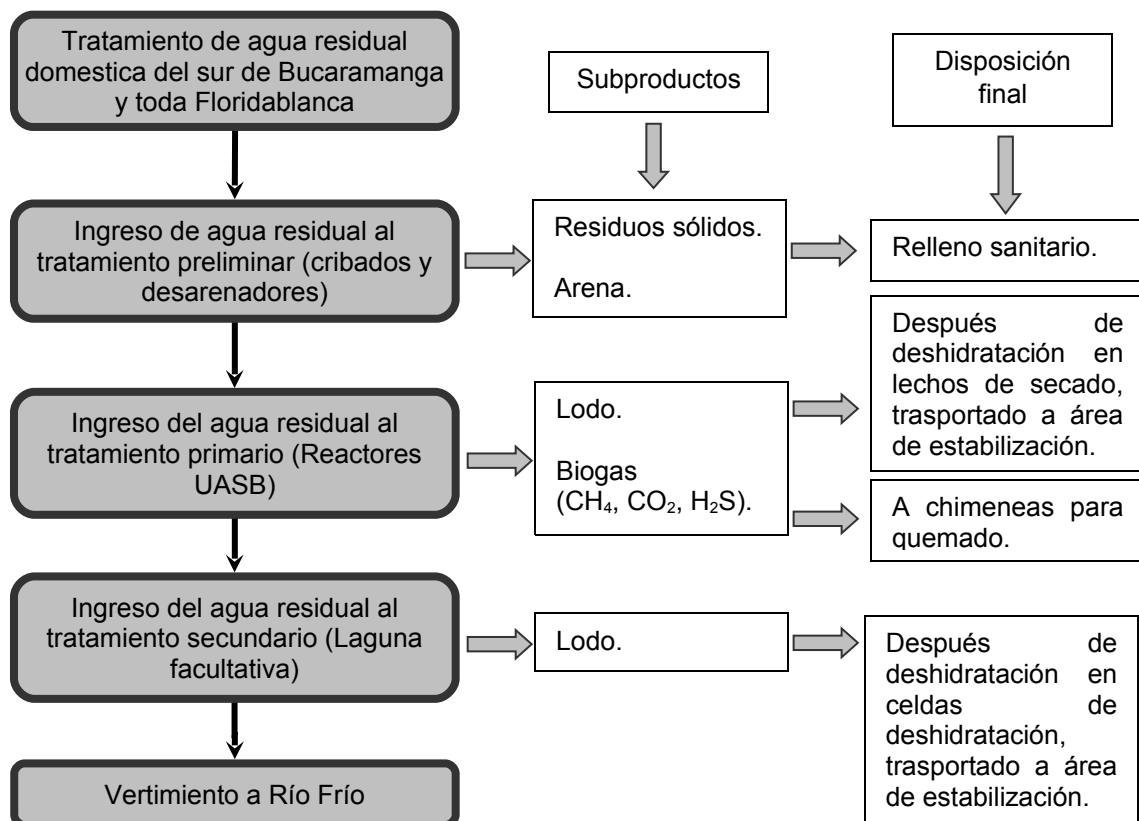


Figura N° 2. Diagrama de procesos PTAR Río Frío.
Fuente: Propia autor.

2.2 Producción

El lodo purgado de los reactores UASB en el año 2014 fue de 12.991m³, llevándose al proceso de estabilización aproximadamente 1.559 m³ de lodo

deshidratado, a razón que su contenido de humedad oscila entre el 88-90%.

La cantidad de lodo purgado de cada reactor UASB es variable, empleándose tres alturas de purga en cada uno: piso, 0,5 m y 1,5 m. Independiente de la altura purgada, su deshidratación se realiza en los lechos de secado.

No todos los años se maneja lodo dragado de la laguna facultativa, ya que este subproducto solo se retira cuando el lodo presente en esta unidad de tratamiento sobrepasa el 50% del volumen total de la misma.

2.3 Manejo del lodo purgado

El lodo purgado de los reactores UASB es conducido a los lechos de secado, en donde a medida que se deshidrata por acción de la radiación solar, se le adiciona cal con el objetivo de elevar el pH a un valor superior a 10, y lograr así un efecto bactericida (cabe aclarar que este no es el proceso de estabilización empleado en la PTAR Río Frío). En promedio se realizan purgas de los reactores tres veces por semana y su deshidratación en los lechos demora entre 20 y 45 días, dependiendo de la altura de purga.

El lodo dragado de la laguna facultativa es conducido a las celdas de deshidratación, en donde su pérdida de agua toma mucho más tiempo que en los lechos de secado por el volumen que cada una almacena.

Después de su deshidratación, el lodo es retirado a la zona de estabilización. Este proceso ayuda a minimizar la generación de olores, destruir los agentes patógenos (organismos causantes de diversas enfermedades), y reducir las probabilidades de atracción de vectores. El compostaje es uno de los procesos de tratamiento de residuos de lodos utilizados a distintos niveles de sofisticación en todos los países, y actualmente es el proceso empleado en la PTAR Río Frío.

Durante el proceso de compostaje aerobio realizado en la planta:

1. Se adiciona aserrín.
2. Se humecta con agua potable.
3. Se efectúan volteos con maquinaria tres veces a la semana.
4. Se controla la temperatura por pila una vez a la semana.
5. Se controla el pH y la humedad por pila cada quince días. Parámetros analizados en el laboratorio de la planta.
6. Se toman muestras al finalizar el proceso de forma aleatoria, para análisis de metales pesados y microorganismos en laboratorio acreditado (guiándose por la norma EPA 40 CFR Parte 503, antes de existir el decreto 1287 de 2014).

Todo el proceso tiene una duración de 2 a 4 meses por pila aproximadamente (volumen de pila aproximado de 50m³). Se emplea aserrín, con el objetivo de que exista suficiente espacio de aire para mantener el medio aerobio, logrando

a su vez temperaturas de la pila entre 40 y 60 °C. Si la temperatura es demasiado baja, el tiempo del proceso aumenta y hay menos probabilidades de matar patógenos, en cambio temperaturas por encima de 60 °C pueden inhibir la mayoría de los microorganismos⁷. Por lo tanto, el control de temperatura durante todo el proceso es sumamente importante, sin olvidar la humedad, porque es posible llegar a un medio anaerobio cuando la humedad es muy alta.

Para la reducción de la capacidad de fermentación, atracción de vectores y patógenos, la PTAR Río Frío cumple actualmente con la opción N° 5 del decreto 1287 de 2014: Procesos aeróbicos a más de 40°C: Aplica primordialmente a biosólidos compostados que contienen agentes abultadores orgánicos parcialmente descompuestos. Los biosólidos deben ser tratados aeróbicamente por catorce (14) días o más, tiempo durante el cual la temperatura deberá rebasar siempre los 40°C y el promedio deberá ser mayor de 45°C.

Actualmente el biosólido generado en la PTAR Río Frío es empleado:

1. Como abono para las diferentes zonas verdes de la planta, la cual tiene un área de 14ha.
2. En los viveros de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, en donde las especies vegetales son empleadas para reforestación.

Los olores, los patógenos y los metales son los parámetros ambientales de interés en los procesos de compostaje de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. El olor no suele ser un problema en sistemas bien aireados y operados; su generación es debido a compuestos de amoníaco, sulfuro de hidrogeno y sulfuros orgánicos⁸. La mayor preocupación son los patógenos y los metales pesados y los rangos establecidos en la normatividad colombiana puede ocasionar, que las empresas generadoras de estos subproductos modifiquen parte de sus procesos, si es necesario, para poder cumplir con la nueva reglamentación.

2.4 Resultados de laboratorio

Antes de existir la normatividad Colombiana, en la PTAR Río Frío se analizaba mínimo una vez al año, de manera aleatoria, las pilas compostadas, cumpliéndose con los parámetros de metales pesados nombrados en la norma EPA 40 CFR Parte 503 como biosólido tipo A y su variabilidad siempre se encontraba en los resultados de los parámetros microbiológicos.

El año 2014, la PTAR Río Frío efectuó análisis a 8 pilas de lodo compostadas, en donde los resultados obtenidos fueron:

⁷ KIELY, G. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Volumen II. Mc Graw Hill. Capítulo 13, página 811.

⁸ Ibidem. Página 811 y 812.

Tabla N° 4. Resultados metales pesados año 2014

Parámetros	Pilas muestreadas								Categoría A
	C	E	G	H	K	L	M	N	
pH	5,53	5,7	5,38	5,36	5,09	5,31	6,02	5,85	.
Humedad (%)	23,33	28,77	24,65	21,7	20,06	21,85	22,73	22,88	.
Cadmio (mg Cd /Kg)	2,02	2,44	2,41	2,96	2,61	1,97	2,34	2,52	8
Cobre (mg Cu /Kg)	180	184	191	209	208	137	149	186	1000
Zinc (mg Zn /Kg)	968	-	-	-	-	713	779	-	2000
Plomo (mg Pb /Kg)	42,56	43,3	40,4	50,8	46,68	33,15	36,16	46,47	300
Níquel (mg Ni /Kg)	32,8	29,98	33,6	37,4	38,65	26,46	32,21	35,2	80
Cromo (mg Cr /Kg)	36	31,6	48,2	46,4	41	37,39	33,82	33,87	1000
Mercurio (mg Hg /Kg)	1,32	1,22	1,34	1,35	1,66	1,23	1,34	1,08	10
Arsénico (mg As /Kg)	6,23	7,07	6,16	5,67	6,62	4,73	6,56	8,25	20
Selenio (mg Se /Kg)	0,46	2	1,61	1,68	1,55	1,14	1,96	1,35	36
Molibdeno (mg Mb /Kg)	5,53	6,76	5,49	5,16	6,16	6,48	5,09	7,47	18

Fuente: PTAR Río Frío, Bucaramanga

Tabla N° 5. Resultados microbiológicos año 2014

Parámetros	Pilas muestreadas								Categoría A
	C	E	G	H	K	L	M	N	
Coliformes Totales (UFC/g)	24 X 10	20	87 X 10	55 X 10	11 X 10 ²	58 X 10	10 X 10	80	-
Coliformes Fecales (UFC/g)	10	10	10	10	16 X 10	20	40	10	1000
Salmonella	Ausente / 25g	Ausente / 25g	Ausente / 25g	Ausente / 25g	Ausente / 25g	Ausente / 25g	Ausente / 25g	Ausente / 25g	Ausencia

Fuente: PTAR Río Frío, Bucaramanga

Según los resultados de laboratorio del año 2014, se concluye que el lodo generado en la PTAR Río Frío es de muy buena calidad, en donde todos los parámetros de control de metales pesados cumplen con lo dispuesto por el decreto como biosólido categoría A. En la parte microbiológica, aun no se tienen datos de virus entericos y huevos de helminto viables, por lo que no es posible determinar si es biosólido categoría A o B.

En la tabla N° 2 se observó que la periodicidad de análisis según la producción de lodos es más exigente con la nueva normatividad. Tomando los datos suministrados por la planta, la frecuencia minima de análisis según su producción de biosólidos ton / año (base seca) seria semestral, aunque cabe aclarar que si la proyección de uso final de este subproducto será como insumo agrícola, el análisis será efectuado por pila compostada. Esta periodicidad sufrirá cambios cuando entre en operación el sistema de lodos activados como tratamiento secundario, a razón que la producción de lodos aumentará considerablemente y es a raíz de esto que el proceso de deshidratación de este subproducto tendrá modificaciones.

2.5 Tratamiento proyectado

Existen diversos métodos para la estabilización de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales, pero los más comunes son⁹:

- El ajuste del pH, o la estabilización alcalina.
- La digestión (aerobia o anaerobia).
- El compostaje.
- El secado térmico.

La forma de estabilización con cal se esta convirtiendo en un técnica obsoleta, ya que el peso del lodo tras la adición de cal aumenta¹⁰; la digestión y el compostaje son los métodos mas empleados pero el secado térmico es una tecnología mas apropiada, en donde después de la deshidratación este proceso permite la reducción de peso y volumen de este subproducto, facilitando de esta manera la gestión posterior a efectuar.

A raíz de la modernización que esta sufriendo la PTAR Río Frío, en donde el tratamiento secundario será un sistema aerobio con una mayor producción de lodos, la unidad de procesamiento de lodos contará con equipos deshidratadores tipo tornillo prensa seguido de un secado térmico, en donde el lodo es transportado a través de la baja rotación del helicoide en dirección al cuerpo de la camisa perforada (Equipo Contipress), desaguando continuamente y

⁹ EPA, United States Environmental Protection Agency. Folleto informativo de tecnología de biosólidos. Aplicación de biosólidos al terreno. Septiembre de 2000, página 3.

¹⁰ KIELY, G. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Volumen II. Mc Graw Hill. Capítulo 13, página 805.

concentrando los sólidos, para posteriormente continuar con el secado térmico. Además, el área de la unidad de procesamiento de lodos, contará con extractores que estarán conectados al biofiltro o al tratamiento químico instalado para el manejo de olores.

La proyección de la PTAR Río Frío es continuar con el proceso de compostaje, en donde su objetivo es obtener un biosólido tipo A el cual pueda ser comercializado sin restricción.

3. CONCLUSIONES

1. Siempre y cuando los resultados de laboratorio se encuentren por debajo de la norma, realizar una incorporación de biosólidos al terreno, por medio de su empleo como insumo agrícola o en procesos de elaboración de abonos o fertilizantes orgánicos o productos acondicionadores para suelos, permite abastecerlo de nutrientes y renovar la materia orgánica del mismo, mejorando las condiciones del suelo, lo cual se verá reflejado en las especies vegetales presentes en la zona.
2. Un seguimiento continuo al proceso de estabilización de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales, garantiza un biosólido de calidad que podrá emplearse en procesos agrícolas sin ningún tipo de restricción.
3. Cambiar la forma de deshidratar los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales, por tecnologías y equipos sofisticados, permite generar un lodo con mayores facilidades de manejo y almacenamiento, variables importantes para la siguiente fase, la estabilización.
4. El objetivo de los procesos de estabilización de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales, es destruir los patógenos, eliminar los olores y reducir la atracción de vectores de este subproducto, obteniendo al final un biosólido que no ocasione daños al ambiente ni malestar entre la comunidad, cuando se efectúe su disposición final.
5. Durante los procesos de tratamiento de aguas residuales (sedimentación primaria, lodos activados, sedimentación secundaria, y cualquier otro proceso), los patógenos se concentran en los lodos y por ello los procesos de estabilización son obligatorios para reducirlos y lograr un biosólido que no genere riesgos sanitarios.
6. Es un gran avance que Colombia ya cuente con una normatividad exclusiva para el manejo de los biosólidos, en donde su objetivo es establecer criterios para el uso de los biosólidos resultantes del tratamiento de aguas residuales y

lograr así que todas las empresas generadoras de este subproducto cuenten con un plan integrado de gestión y tratamiento exclusivo para los lodos antes de su disposición final.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Sergio Dubán Paredes Celys, Profesional Universitario EMPAS – PTAR Río Frío y la Ingeniera Xiomara Pico Parra, Ingeniera de Laboratorio de la firma contratista, por la información suministrada y la colaboración prestada para el desarrollo del presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DAGUER, G. Gestión de biosólidos en Colombia. [en línea] [Citado en Octubre de 2005]. Disponible en: <<http://www.geocities.com/ptarcolombia/biosólidos.htm>>
- [2] VELEZ, J. Los biosólidos ¿Una solución o un problema? [en línea] [Citado en Julio de 2007]. Disponible en: http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n2/PL_V2N2_57-71_biosolidos.pdf
- [3] URIBE, L. Modernización PTAR Río Frío. Avance y desarrollo del proyecto. [en línea]. [Citado en 2013]. Disponible en: https://www.apccolombia.gov.co/recursos_user/Eventos/Taller-Profundizacion/Dia-1/4.AVANCE-PTAR-2013-Comunidad.pdf
- [4] FAIR, GEYER. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales. Ingeniería sanitaria y de aguas residuales. Limusa. Noriega editores. Páginas 660-663.
- [5] KIELY, G. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Volumen II. Mc Graw Hill. Capítulo 13.
- [6] EPA, United States Environmental Protection Agency. Folleto informativo de tecnología de biosólidos. Aplicación de biosólidos al terreno. Septiembre de 2000.
- [7] EPA. United States Environmental Protection Agency. Folleto informativo del manejo de biosólidos y residuos. Control de olores en el manejo de Biosólidos. Septiembre de 2000

[8] COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Decreto 1287 (10, julio, 2014), por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

[9] COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO – I.C.A. Resolución 00150 (21, enero, 2003), por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos para Colombia.